

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

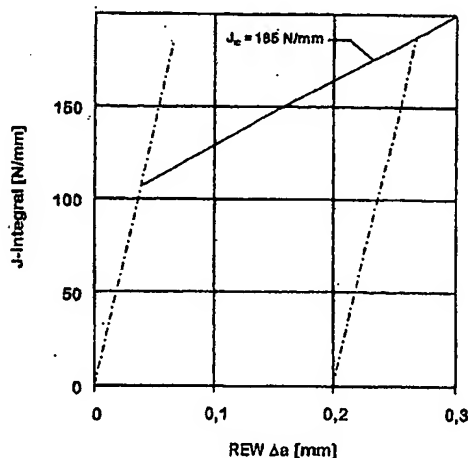
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/075693 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C22C 38/00 GMBH & CO. [DE/DE]; Friedensinsel 13, 73428 Aalen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001163
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Februar 2005 (04.02.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
04002612.2 5. Februar 2004 (05.02.2004) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EDELSTAHLWERKE SÜDWEFALEN GMBH [DE/DE]; Obere Kaiserstrasse, 57078 Siegen (DE). RUD-KETTENFABRIK RIEGER & DIETZ
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAUK, Agnes [DE/DE]; Elsassstrasse 32, 44793 Bochum (DE). SINZ, Rolf [DE/DE]; Brühlstrasse 41, 73540 Heubach (DE).
- (74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK (24); Bleichstrasse 14, 40211 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STEEL FOR PRODUCING HIGH TENSILE STRUCTURAL COMPONENTS WITH EXCELLENT TOUGHNESS AT LOW TEMPERATURES AND USES OF SUCH A STEEL

(54) Bezeichnung: STAHL ZUR HERSTELLUNG VON HOCHFESTEN BAUTEILEN MIT HERAUSRAGENDER TIEFTemperaturZähigkeit UND VERWENDUNGEN EINES SOLCHEN STAHLs



(57) Abstract: The invention relates to a high tensile steel that has excellent ductile fracture values J integral even at low temperatures so that the danger of a fracture of the structural component produced from said steel is reduced to a minimum even under unfavorable and very hard working conditions. The inventive steel comprises (in % by weight) 0.08 - 0.25 % C, 0.10 - 0.30 % Si, 0.80 - 1.60 % Mn, = 0.020 % P, = 0.015 % S, the sum of P and S content being = 0.030 %, 0.40 - 0.80 % Cr, 0.30 - 0.50 % Mo, 0.70 - 1.20 % Ni, 0.020 - 0.060 % Al, 0.007 - 0.018 % N, = 0.15 % V, = 0.07 % Nb, the sum of V and Nb content being = 0.020 %, and the remainder iron and unavoidable impurities. The inventive steel is especially suitable for producing high tensile chains.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) *Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):* ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung stellt einen hochfesten Stahl zur Verfügung, der auch bei tiefen Temperaturen noch hervorragende Zähbruchwerte J-Integral besitzt, so dass die Gefahr eines Bruchs des aus dem Stahl jeweils erzeugten Bauteils auch unter ungünstigen, harten Betriebsbedingungen auf ein Minimum reduziert ist. Dies wird dadurch erreicht, dass er (in Gew.-%) 0,08 - 0,25 % C, 0,10 - 0,30 % Si, 0,80 - 1,60 % Mn,  $\leq 0,020$  % P,  $\leq 0,015$  % S, wobei die Summe aus P- und S-Gehalt  $\leq 0,030$  % ist, 0,40 - 0,80 % Cr, 0,30 - 0,50 % Mo; 0,70 - 1,20 % Ni, 0,020 - 0,060 % Al, 0,007 - 0,018 % N,  $\leq 0,15$  % V,  $\leq 0,07$  % Nb, wobei die Summe aus V- und Nb-Gehalt  $\geq 0,020$  % ist, und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthält. Der erfindungsgemäße Stahl eignet sich insbesondere zur Herstellung von hochfesten Ketten.

**Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit  
herausragender Tieftemperaturzähigkeit und Verwendungen  
eines solchen Stahls**

Die Erfindung betrifft einen Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender Tieftemperaturzähigkeit. Derartige Stähle werden beispielsweise für die Herstellung von Anschlag- oder Zurrmitteln verwendet, wie sie für die Befestigung und Sicherung von Lasten benötigt werden. Insbesondere werden diese Stähle zu warmgewalzten Stabstahl, Walzdraht oder Blankstahl verarbeitet, aus denen dann geschweißte Rundstahlketten gefertigt werden.

Die an Stähle der voranstehend erläuterten Art gestellten Anforderungen sind in der DIN 17 115 formuliert. Neben einer guten Umformbarkeit und einer ebenso guten Eignung zum Verschweißen müssen die Stähle hervorragende Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften besitzen, um die sich aufgrund der in der Praxis auftretenden Belastungen stellenden Anforderungen zu erfüllen.

Die zu diesem Zweck bekannten, in der DIN 17 115 angegebenen Edelstähle 23 MnNiCrMo 5 3 und 23 MnNiCrMo 5 4 weisen (in Gew.-%) jeweils 0,20 - 0,26 % C,  $\leq 0,25$  % Si, 1,10 - 1,40 % Mn, jeweils 0,020 % P und S, wobei die Summe der Gehalte an P und S 0,035 % nicht überschreitet, erforderlichenfalls 0,020 - 0,050 % Al, bis zu 0,014 % N

und 0,40 - 0,60 % Cr. Dem Stahl 23 MnNiCrMo 5 2 sind zusätzlich 0,20 - 0,30 % Mo und 0,70 - 0,90 % Ni zugegeben, während der Stahl 23 MnNiCrMo 5 4 zusätzlich 0,50 - 0,60 % Mo und 0,90 - 1,10 % Ni enthält.

Ein anderer Stahl zur Herstellung von Ketten zum Festmachen bzw. Vertäuen von Schiffen oder Bohrplattformen bestimmten Ketten ist aus der chinesischen Patentveröffentlichung CN-1281906 bekannt. Aus dem in der Datenbank WPINDEX verfügbaren Abstract zu dieser Veröffentlichung geht hervor, dass der bekannte Stahl (in Gew.-%) 0,25 - 0,35 % C, 0,15 - 0,30 % Si, 1,45 % - 1,75 % Mn, 0,90 - 1,40 % Cr, 1,00 - 1,20 % Ni, 0,45 - 0,65 % Mo, 0,02 - 0,06 % Nb, 0,020 - 0,05 % Al, bis zu 0,020 % P, bis zu 0,15 % S, bis zu 0,20 % Cu, bis zu 0,03 % Sn, bis zu 0,01 % Sb, bis zu 0,04 % As, bis zu 0,005 % B, bis zu 0,009 % N, bis zu 0,0020 % O, bis zu 0,0002 % H, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen enthält, wobei zusätzlich ein Kohlenstoffäquivalent größer 1,4 sein muss.

Praktische Erfahrungen zeigen, dass die bekannten Stähle bei Raumtemperatur zwar die hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit gestellten Anforderungen erfüllen, dass es jedoch bei tieferen Temperaturen insbesondere in Bezug auf die Zähigkeit zu Problemen kommt.

Aufgabe der Erfindung war es daher, einen hochfesten Stahl zu schaffen, der auch bei tiefen Temperaturen noch eine hervorragende Zähigkeit besitzt, so dass die Gefahr eines Bruchs des aus dem Stahl jeweils erzeugten Bauteils auch unter ungünstigen, harten Betriebsbedingungen auf ein Minimum reduziert ist. Zudem sollen vorteilhafte Verwendungen dieses Stahls angegeben werden.

In Bezug auf den Stahl wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass erfindungsgemäßer Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender Tieftemperaturzähigkeit, die folgende Zusammensetzung aufweist (in Gew.-%):

C: 0,08 - 0,25 %,  
Si: 0,10 - 0,30 %,  
Mn: 0,80 - 1,60 %,  
P: ≤ 0,020 %,  
S: ≤ 0,015 %,

wobei die Summe aus P- und S-Gehalt  $\leq 0,030$  % ist,

Cr: 0,40 - 0,80 %,  
Mo: 0,30 - 0,50 %,  
Ni: 0,70 - 1,20 %,  
Al: 0,020 - 0,060 %,  
N: 0,007 - 0,018 %,  
V: ≤ 0,15 %,  
Nb: ≤ 0,07 %,

wobei die Summe aus V- und Nb-Gehalt  $\geq 0,020$  % ist,  
Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

Bei erfindungsgemäßigem Stahl sind die einzelnen Legierungskomponenten so gewählt, dass ein den sich stellenden Anforderungen optimal gerecht werdendes Eigenschaftsprofil erreicht ist. Dies wird durch die erfindungsgemäß vorgegebenen Gehalte an Cr, Ni und N sowie die Mindestsumme der Gehalte an Nb und V erreicht. Indem die erfindungsgemäß vorgegebenen Gehaltsbereiche für diese Legierungselemente eingehalten werden, werden eine besonders hohe Zähigkeit, eine gute Durchhärthbarkeit, eine verbesserte Anlassbeständigkeit und eine besonders feine Kornstruktur erreicht. Gleichzeitig ist erfindungsgemäßer

Stahl gut kaltverformbar und besitzt im fertig verarbeiteten Zustand hohe Festigkeiten. Zudem zeichnet er sich durch eine hohe Kerbschlagzähigkeit sowie eine so niedrige Spröbruchübergangstemperatur aus, dass es erst bei Temperaturen zum Spröbruch kommt, die wesentlich niedriger liegen als die Spröbruchtemperatur von aus dem Stand der Technik bekannten Stählen.

Die im Bereich von 0,08 - 0,25 Gew.-% liegenden C-Gehalte sorgen für die gute Tieftemperaturbeständigkeit erfindungsgemäßer Stähle. Besonders positive Ergebnisse ergeben sich in diesem Zusammenhang dann, wenn der C-Gehalte 0,16 - 0,23 Gew.-% beträgt.

Durch die Eingrenzung der Cr-Gehalte auf 0,40 - 0,80 Gew.-% in Kombination mit Mo-Gehalten, die 0,30 - 0,50 Gew.-% betragen, wird die gute Durchhärtbarkeit und Anlassbeständigkeit des erfindungsgemäßen Stahls erreicht. Die Sicherheit, mit der diese kombinierte Wirkung erzielt wird, kann dabei dadurch erhöht werden, dass die Cr-Gehalt auf 0,40 - 0,65 Gew.-% und die Mo-Gehalte auf 0,35 - 0,50 Gew.-% eingestellt werden.

Ni-Gehalte von 0,70 - 1,20 Gew.-%, insbesondere 0,75 - 1,00 Gew.-%, bewirken in erfindungsgemäßem Stahl die besonders hervorzuhebende gute Tieftemperaturzähigkeit.

Die Gehalte an Al von 0,020 - 0,060 Gew.-%, insbesondere 0,020 - 0,045 Gew.-%, und N von 0,007 - 0,018 Gew.-%, insbesondere 0,007 - 0,015 Gew.-%, führen in erfindungsgemäßen Stählen zu einer besonders feinen Kornstruktur.

Schließlich ist dadurch, dass erfindungsgemäßer Stahl in der Summe mindestens 0,02 Gew.-% Nb und V enthält und gleichzeitig die Gehalte an V auf max. 0,15 Gew.-% und Nb auf max. 0,07 Gew.-% beschränkt sind, sichergestellt, dass das angestrebte Feinkorngefüge auch bei höheren Temperaturen noch erhalten bleibt. Überraschend hat sich in diesem Zusammenhang herausgestellt, dass dieser Effekt besonders sicher dann eintritt, wenn der erfindungsgemäße Stahl frei von Vanadium ist. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist V daher in erfindungsgemäßigem Stahl gar nicht bzw. nur als unvermeidbare Verunreinigung vorhanden.

Das Feinkorn bleibt auch im Zuge der Vergütungsbehandlung stabil. So weist erfindungsgemäßer, fertig verarbeiteter Stahl regelmäßig eine Austenitkorngröße auf, die feiner als ASTM 10 ist. Die Feinheit des Gefüges erfindungsgemäßen Stahls ist damit wesentlich größer als die von bekannten Stählen, für die gemäß der DIN 17 115 eine Austenitkorngröße von ASTM 5 gefordert wird.

Mit der Erfindung steht somit ein Stahl zur Verfügung, der auch bei tiefen Temperaturen noch eine hervorragende Zähigkeit besitzt. Aufgrund der günstigen Kombination seiner Eigenschaften ist die Gefahr eines Bruchs eines aus erfindungsgemäßigem Stahl erzeugten Bauteils auch unter ungünstigen, harten Betriebsbedingungen auf ein Minimum reduziert.

Erfindungsgemäßer Stahl wird bevorzugt zu Walzstahl verarbeitet. Ziel der Verarbeitung ist es, über jeden der Verarbeitungsschritte das möglichst feinkörnige Gefüge des erfindungsgemäßen Stahls zu bewahren. Dies umfasst nicht nur die während des Erwärmens und Walzens durchgeführten Prozessschritte, sondern auch die Glühbehandlungen, die vor

und nach der Verformung zum Bauteil durchgeführt werden. So werden erfindungsgemäß die Wärm- und Abwalzbedingungen so gewählt, dass trotz einsetzender Diffusionsvorgänge beim Wärmen hohe Walztemperaturen vermieden werden, um die Entstehung von grobem Korn zu unterdrücken. Die Temperaturen bei der weiteren Umformung werden durch einen geregelten Entzug von Energie bei der Warmumformung zudem so gewählt, dass das angestrebte Gefüge mit seiner feinkörnigen Struktur erhalten wird. Ein beschleunigter Wärmeentzug direkt nach der letzten Umformarbeit verhindert dabei im Sinne eines "Einfrierens" des zuletzt erreichten Gefügezustands unerwünschte Ausscheidungsvorgänge, die andernfalls eine Abnahme der Härte und Zähigkeit zur Folge hätten. Stattdessen werden durch eine Langzeitwärmebehandlung gezielte Ausscheidungszustände der Carbonitride hinsichtlich ihrer Größe und Verteilung hergestellt, um die für eine Kaltverformung des Stahls zum jeweiligen Bauteil gewünschten relativ niedrigen Werkstofffestigkeiten des Stahls im warmgewalzten Zustand zu erhalten.

Aufgrund seines besonderen Eigenschaftsspektrums eignet sich erfindungsgemäßer Stahl insbesondere zur Herstellung von hochfesten Bauteilen durch Kaltverformen mit nachfolgendem Vergüten. Bei diesen Bauteilen kann es sich beispielsweise um Mittel zum Tragen, Ziehen, Heben, Fördern oder Sichern von Lasten handeln, die der höchsten Festigkeitsklasse zugeordnet sind. Derartige unter dem Oberbegriff Anschlag- und Zurrmittel zusammengefasste Gegenstände umfassen beispielsweise Anschlagpunkte, Haken, Bügel, Ösen, Ketten, Gelenke, Wirbelelemente, Wippen, Streben, Spindel- und Ratschenspanner, Lastböcke und Vergleichbares.



Auch lassen sich aus erfindungsgemäßem Stahl Mittel zum Verbinden von Bauelementen mit hervorragenden Gebrauchseigenschaften fertigen. Bei diesen Bauelementen handelt es sich beispielsweise um Bolzen oder andere Verbindungs- oder Kraftübertragungselemente, wie Schrauben, Klemmen, Stangen oder Vergleichbares.

Ein Anwendungsgebiet, für das sich erfindungsgemäßer Stahl besonders gut verwenden lässt, ist die Herstellung von Ketten. Aus erfindungsgemäß beschaffenem Stahl erzeugte Ketten ertragen auch in großer Kälte sicher hohe Belastungen, ohne dass die Gefahr eines Bruchs oder vergleichbare Beschädigungen auftreten. So lassen sich aus erfindungsgemäßem Stahl Rundstahlketten, insbesondere geschweißte Rundstahlketten, herstellen, die höchsten Anforderungen sicher gewachsen sind.

Die aus erfindungsgemäßem Stahl gefertigten Bauteile besitzen regelmäßig eine Festigkeit von mindestens 1200 MPa, insbesondere mehr als 1550 MPa, 1600 MPa oder 1650 MPa. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass bei einer Festigkeit von mindestens 1550 MPa die Sprödbbruchübergangstemperatur FATT der aus erfindungsgemäßem Stahl gefertigten Bauteile regelmäßig bei höchstens - 60 °C liegt. Diese Grenztemperatur ist deutlich niedriger als bei bekannten Stählen.

Ebenso bemerkenswert ist, dass bei aus erfindungsgemäßem Stahl erzeugten Bauteilen der Kerbschlagarbeitswert regelmäßig mehr als 45 J beträgt und das jeweilige Bauteil eine technische Rissinitilierungszähigkeit  $J_{IC}$  von mehr als 170 N/mm bei -60 °C, insbesondere mehr als 185 N/mm aufweist. Der Rissinitilierungszähigkeit  $J_{IC}$  ist ein in der

ASTM 1820 definierter Wert, der eine Bewertung der Zähbruchneigung eines Stahlwerkstoffs ermöglicht.

Die hohe Zähigkeit des erfindungsgemäßen Stahls macht sich auch darin bemerkbar, dass die aus solchem Stahl erzeugten Bauteile regelmäßig eine Bruchdehnung von mehr als 28 % aufweisen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Ein Stahl mit (in Gew.-%)

0,19 %C,

0,20 % Si,

1,31 % Mn,

0,005 % P,

0,010 % S,

P-Gehalt + S-Gehalt = 0,015 %,

0,45 % Cr,

0,37 % Mo,

0,88 % Ni,

0,400 % Al,

0,008 % N,

0,01 % V,

0,06 % Nb,

(V-Gehalt + Nb-Gehalt = 0,07 %),

Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen

ist erschmolzen und zu einem Walzstahl verarbeitet worden. Um nach dem Warmwalzen ein möglichst feinkörniges Gefüge des erhaltenen Produktes sicherzustellen, sind während des Warmwalzens die Walztemperaturen auf einem niedrigen Niveau gehalten worden. Zusätzlich ist zwischen jedem Walzschrift

eine Kühlung des Walzgutes durchgeführt worden, um durch die Warmverformung selbst erzeugte Wärme abzuführen. Unmittelbar nach dem Warmwalzen ist das erhaltene Warmwalzprodukt abgeschreckt worden, um die bei Verlassen der Warmwalzstrecke vorhandene feinkörnige Struktur des Stahls so einzufrieren, dass sie auch in den sich anschließenden Verarbeitungsschritten sicher erhalten bleibt.

Nach dem Warmwalzen und einer Langzeitwärmebehandlung, die für die Einstellung einer für die anschließende Kaltverformung günstigen Festigkeit erfolgte, ist der Walzstahl zu Kettengliedern geformt worden, die nach dem Zusammensetzen der Kette durch Schweißen geschlossen worden sind.

Die auf diese Weise erzeugten Ketten wiesen eine feine Kornstruktur von ASTM 11, eine Festigkeit von  $1270 \text{ N/mm}^2$  und eine bei dieser Festigkeit ermittelte Spröbruchübergangstemperatur FATT von  $-70^\circ\text{C}$  auf. Ihr Kerbschlagarbeitswert lag bei  $557 \text{ J}$  bei  $-60^\circ\text{C}$  Prüftemperatur und die Bruchdehnung betrug  $28\%$ .

Im beigefügten Diagramm ist für erfindungsgemäßen Stahl der Verlauf des Zähbruchwertes  $J$ -Integral über die Risserweiterung REW bei einer Temperatur von  $-60^\circ\text{C}$  für eine normalisierte Anfangsrisslänge  $a/w$  von  $0,4$  aufgetragen. Es zeigt sich, dass bei dem technisch relevanten Beginn der stabilen Risserweiterung eine Rissinitiierungszähigkeit  $J_{IC}$  von  $185 \text{ N/mm}^2$  vorliegt.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender Tieftemperaturzähigkeit, der folgende Zusammensetzung aufweist (in Gew.-%):

C: 0,08 - 0,25 %,

Si: 0,10 - 0,30 %,

Mn: 0,80 - 1,60 %,

P: ≤ 0,020 %,

S: ≤ 0,015 %,

wobei die Summe aus P- und S-Gehalt ≤ 0,030 % ist,

Cr: 0,40 - 0,80 %,

Mo: 0,30 - 0,50 %,

Ni: 0,70 - 1,20 %,

Al: 0,020 - 0,060 %,

N: 0,007 - 0,018 %,

V: ≤ 0,15 %,

Nb: ≤ 0,07 %,

wobei die Summe aus V- und Nb-Gehalt ≥ 0,020 % ist,

Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

2. Stahl gemäß Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s sein C-Gehalt  
0,16 Gew.-% - 0,23 Gew.-% beträgt.

3. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sein Mn-Gehalt 1,00 Gew.-% - 1,35 Gew.-% beträgt.
4. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sein Cr-Gehalt 0,40 Gew.-% - 0,65 Gew.-% beträgt.
5. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sein Mo-Gehalt 0,35 Gew.-% - 0,50 Gew.-% beträgt.
6. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sein Ni-Gehalt 0,75 Gew.-% - 1,00 Gew.-% beträgt.
7. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sein Al-Gehalt 0,020 Gew.-% - 0,045 Gew.-% beträgt.
8. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sein N-Gehalt 0,007 Gew.-% - 0,015 Gew.-% beträgt.
9. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
er eine Austenitkorngröße aufweist, die feiner als ASTM  
10 ist.

10. Verwendung eines gemäß einem der voranstehenden Ansprüche zusammengesetzten Stahls zur Herstellung von hochfesten Bauteilen durch Kaltverformen mit anschließender Vergütung.
11. Verwendung nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bauteile Mittel zum Tragen, Ziehen, Heben, Fördern oder Sichern von Lasten sind.
12. Verwendung nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bauteile Mittel zum Verbinden von Bauelementen sind.
13. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bauteile Ketten sind.
14. Verwendung nach Anspruch 13, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Ketten Rundstahlketten sind.
15. Verwendung nach Anspruch 13 oder 14, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Ketten geschweißt sind.
16. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bauteile eine Festigkeit von mindestens 1200 MPa besitzen.

17. Verwendung nach Anspruch 16, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Festigkeit  
mindestens 1550 MPa beträgt.
18. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Festigkeit  
mindestens 1600 MPa, insbesondere mindestens 1650 MPa,  
beträgt.
19. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
bei einer Festigkeit von mindestens 1550 MPa die  
Sprödbbruchübergangstemperatur  $FATT$  der Bauteile bei  
höchstens - 60 °C liegt.
20. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 19,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
der Kerbschlagarbeitswert mehr als 45 J beträgt.
21. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 20,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
der Werkstoff des Bauteils eine technische  
Rissinitiierungszähigkeit  $J_{IC}$  von mehr als 170 N/mm<sup>2</sup>  
aufweist.
22. Verwendung nach Anspruch 21, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die technische  
Rissinitiierungszähigkeit  $J_{IC}$  mehr als 185 N/mm<sup>2</sup>  
beträgt.

23. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Bauteile eine Bruchdehnung von mehr als 28 %  
aufweisen.



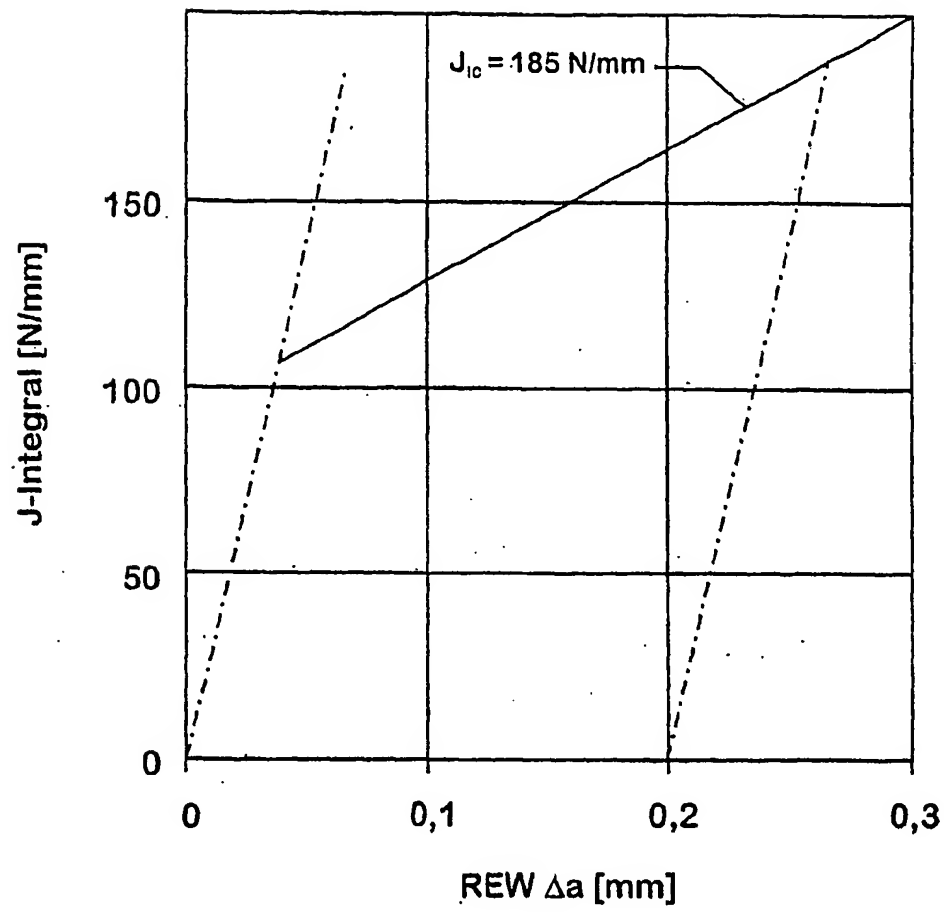


Fig 1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001163

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C22C38/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C22C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 432 368 A (NAKAMURA HAJIME) 11. März 1969 (1969-03-11) das ganze Dokument	1-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 11, 30. September 1998 (1998-09-30) -& JP 10 168542 A (NIPPON STEEL CORP), 23. Juni 1998 (1998-06-23) das ganze Dokument	1-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 25, 12. April 2001 (2001-04-12) -& JP 2001 234285 A (NIPPON STEEL CORP), 28. August 2001 (2001-08-28) das ganze Dokument	1-23
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Swiatek, R

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001163

C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 016, Nr. 413 (C-0980), 2. September 1992 (1992-09-02) -& JP 04 141546 A (AICHI STEEL WORKS LTD), 15. Mai 1992 (1992-05-15) das ganze Dokument	1-23
A	CN 1 281 906 A (JIANGYIN XINGCHENG IRON & STEE) 31. Januar 2001 (2001-01-31) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-23

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001163

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3432368	A	11-03-1969	BE 676927 A	18-07-1966
			DE 1508408 B1	01-04-1971
			GB 1118662 A	03-07-1968
			SE 318588 B	15-12-1969
JP 10168542	A	23-06-1998	KEINE	
JP 2001234285	A	28-08-2001	KEINE	
JP 04141546	A	15-05-1992	KEINE	
CN 1281906	A	31-01-2001	KEINE	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C22C38/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 432 368 A (NAKAMURA HAJIME) 11 March 1969 (1969-03-11) the whole document	1-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 September 1998 (1998-09-30) -& JP 10 168542 A (NIPPON STEEL CORP), 23 June 1998 (1998-06-23) the whole document	1-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 25, 12 April 2001 (2001-04-12) -& JP 2001 234285 A (NIPPON STEEL CORP), 28 August 2001 (2001-08-28) the whole document	1-23

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the International filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2005

Date of mailing of the international search report

04/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swiatek, R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001163

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 413 (C-0980), 2 September 1992 (1992-09-02) -& JP 04 141546 A (AICHI STEEL WORKS LTD), 15 May 1992 (1992-05-15) the whole document -----	1-23
A	CN 1 281 906 A (JIANGYIN XINGCHENG IRON & STEE) 31 January 2001 (2001-01-31) cited in the application the whole document -----	1-23

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001163

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3432368	A	11-03-1969	BE 676927 A DE 1508408 B1 GB 1118662 A SE 318588 B	18-07-1966 01-04-1971 03-07-1968 15-12-1969
JP 10168542	A	23-06-1998	NONE	
JP 2001234285	A	28-08-2001	NONE	
JP 04141546	A	15-05-1992	NONE	
CN 1281906	A	31-01-2001	NONE	